

---

# **BACHELORARBEIT**

---

Herr  
**Alexander Marschner**

**Compositingtechniken mit  
Nuke am Beispiel eines  
Imagefilmes**

2011

---

# **BACHELORARBEIT**

---

## **Compositingtechniken mit Nuke am Beispiel eines Imagefilmes**

Autor:  
**Herr Alexander Marschner**

Studiengang:  
**Film und Fernsehen**

Seminargruppe:  
**FF07w1-B**

Erstprüfer:  
**Prof. Dr.-Ing. Rainer Zschockelt**

Zweitprüfer:  
**Prof. Dr.-Ing. Robert J. Wierzbicki**

Einreichung:  
Berlin, 04.10.2011

---

# **BACHELOR THESIS**

---

## **Compositing techniques with nuke on such an image film**

author:

**Mr. Alexander Marschner**

course of studies:

**Film and Television**

seminar group:

**FF07w1-B**

first examiner:

**Prof. Dr.-Ing. Rainer Zschockelt**

second examiner:

**Prof. Dr.-Ing. Robert J. Wierzbicki**

submission:

Berlin, 04.10.2011

Bibliografische Angaben:

Marschner, Alexander:

### **Compositingtechniken mit Nuke am Beispiel eines Imagefilmes**

Compositing techniques with nuke on such an image film

2011 - 37 Seiten

Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), University of Applied Sciences,

Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2011

Diese Bachelorarbeit beschäftigt sich mit dem Compositingprogramm *The Foundrys Nuke* und dessen Anwendung in einem Imagefilm. Dabei werden verschiedene Bearbeitungstechniken erläutert und verglichen und es wird dargestellt, welche Anwendung bei welcher gegebenen Problematik am besten geeignet ist.

In der Arbeit gehe ich hauptsächlich auf die technischen Aspekte, sowie den Workflow bei der Bearbeitung des Imagefilms ein. Die Arbeit untergliedert sich in zwei Bereiche: Den allgemeinen Teil (Punkt 1-6) und den auf den Imagefilm bezogenen Teil (Punkt 7). Im ersten Teil werden die Bearbeitungsvorgänge theoretisch erklärt, im zweiten Abschnitt werden diese am praktischen Beispiel des Imagefilmes anhand von Abbildungen verdeutlicht.



## **Begriffserklärung und Abkürzungsverzeichnis**

*Footage: Quellmaterial, Rohmaterial ohne Bearbeitung*

*Node: Knotenpunkt im Flussdiagramm*

*CGI: Computer Generated Imagery; am Computer erstelltes Bild*

*VFX: visual effects; visuelle Effekte*

*Expression: Skripte, welche auf Parameter gelegt werden können; z.B. für Automatisierungen, Links*

*Glow: Leuchten, Leuchteffekt*

*FPS: Frames per second; Bilder pro Sekunde*

*Field: Zeilensprungverfahren (Halb- oder Vollbilder)*

*Pixelseitenverhältnis: Verhältnis von Breite zu Höhe; z.B. 1920x1080 = 16:9*

*Green- / Bluescreen: Textilstoffe in der Kulisse; dienen zur Freistellung*

*Timeline: Zeitleiste*

*Rotoskopie: Animieren von Masken; dient zur Freistellung von bewegten Objekten*

*OBJ: Dateiformat einer 3D-Geometrie aus dem Hause Wavefront Technologies*

*FBX: Dateiformat einer 3D-Geometrie aus dem Hause Autodesk*

# Inhaltsverzeichnis

## 1. Einleitung

1.1 Compositing

1.2 Programme

## 2. The Foundry

2.1 Nuke(X)

2.1.1 Die Nodes

## 3. Tracking

3.1 Definition

3.2 Punkttracking

3.3 Planartracking

3.4 3D Tracking

## 4. Keying

4.1 *Primatte*

4.2 *Keyer*

4.3 *Keylight*

## 5. Farbkorrektur

5.1 *Grade*

5.2 *ColorCorrection*

5.3 *ColorLookup*

## 6. 3D Integration

## 7. Bearbeitete Szenen aus dem Imagefilm "Management in Motion"

# 1. Einleitung

Während der Bearbeitung eines Imagefilms mit dem Programm The Foundrys NukeX, erkannte ich die vielen technischen Möglichkeiten, die im Vergleich zu anderen Programmen effizienter sind, stieß aber auch an Grenzen. Diese aufzulösen, setzte ich mir zum Ziel. In meiner Arbeit gehe ich auf die wichtigsten Punkte bei der Bearbeitung des Imagefilms *Management in Motion* mit dem besagten Compositingprogramm ein. Vorrangig konzentriere ich mich auf die grundlegenden technischen Aspekte bei der Nachbearbeitung des Films.

Im Studium Film und Fernsehen in der Richtung Schnitt, spezialisierte ich mich auf die Erstellung visueller Effekte, Motion Graphics und Compositing. In der Anfangszeit realisierte ich diese Arbeiten mit dem Programm *Adobe After Effects*. Im Praktikum bei *pictorion das werk*, welches ich von Januar bis Juni 2010 absolvierte, wurde mein Interesse an diesem Aufgabenfeld noch mehr bestärkt. Bald jedoch stellte ich fest, dass *After Effects* im Bereich Compositing an seine Grenzen stößt und erlernte deshalb im Selbststudium das auf Node-basierende Compositingprogramm *The Foundrys Nuke*.

Im Dezember 2010 beauftragte mich ein Studienkollege mit der Postproduktion seines eben abgedrehten Imagefilmes *Management in Motion*. Er selbst übernahm die Regie und den Schnitt des Filmes. Die Auftraggeberin war Iris von Tiedemann, die "als Führungskräfte-Coach, Prozessmoderatorin und Organisationsberaterin" <sup>1</sup> arbeitet. Sie hat eine eigene Praxis in ihrem Institut „management in motion“ in Berlin und Hamburg und wollte mit diesem Film noch mehr Menschen auf ihre Arbeit aufmerksam machen und neue Kunden gewinnen.

Inhaltlich thematisiert der Film den Aufstieg in eine andere, bessere Ebene. Die Auftraggeberin ist dabei Hauptakteurin. Zu sehen ist, wie sie vom Land in die Stadt geht, zielstrebig von einer ruinösen Lagerhalle über eine grüne Wiese läuft und in eine

---

<sup>1</sup> Vgl. <http://www.irisvontiedemann.de>

große, prachtvolle Stadt gelangt. Anschließend geht sie in ihr Büro und empfängt dort die ersten Kunden.

Der Film wurde im November 2010 in Berlin gedreht, wo bis zum Drehtag kein Schnee lag. Ausgerechnet am Drehtag wechselte das Wetter und brachte Niederschlag. Da der Film jedoch eine sommerliche Atmosphäre vermitteln sollte, mussten der Schnee retuschiert, blühende, grüne Bäume eingefügt und sonnige Lichtstrahlen erzeugt werden.

## 1.1 Compositing

### 1.1.1 Definition

"Compositing findet seinen Platz im letzten Abschnitt der Filmherstellung: Pre-Produktion, Dreharbeiten und Post-Produktion. Compositing dient in dieser Arbeit als Bezeichnung für die Zusammensetzung (bzw. Mischung) mehrerer (unabhängiger) Bild- bzw. Film-Materialien. Die verschiedenen Elemente werden so zusammengesetzt, dass sie als Einheit wahrgenommen werden. Ziel ist, dass der Rezipient nicht erkennt, dass es sich um zusammengefügte Elemente handelt."<sup>2</sup>

Filmmacher nutzen diese Technik um Kosten zu sparen, um logistische Probleme zu umgehen oder um besondere Szenarien erschaffen zu können, zum Beispiel in Filmen wie *Herr der Ringe* oder *Star Wars*. Explodierende Planeten, prachtvolle Burgen, Endzeitszenarien - Illusionen können erschaffen werden, die von den Zuschauern nicht in Frage gestellt werden.

---

<sup>2</sup> Motion Tracking und Compositing: Integration von freigestellten 2-D-Realfilmobjekten durch Motion Tracking in Aufnahmen mit bewegter Kamera von Philipp Pflüger von Grin Verlag, Seite 38

## 1.1.2 Matte Painting

Matte Paintings spielen beim Compositing eine wichtige Rolle. "Ursprünglich sind dies gemalte Teile von Kulissen in Filmsets, die auf Leinwand oder Glas aufgebracht werden. Heutzutage werden fast alle Matte Paintings digital erstellt." <sup>3</sup>

"Die Aufnahme einer Szene vor einer bemalten Leinwand, später auch einer bewegten Leinwand, erspart aufwändige Außenaufnahmen. (...) Heute treten auch Matte Paintings für die Rückprojektion (Füllbilder) und die Hintergrundbilder im digitalen Compositing einschließlich der Bluescreen-Technik auf. (...) Dabei werden in der Produktion, meist auf Grundlage von Fotografien, eine Art Collage vom Matte-Painting-Künstler angefertigt und Teile der Szene digital hinzugemalt – wie viel gemalt wird, kommt ganz auf die Szene an. Oft steht Matte Painting in Verbindung mit dem Green- und Bluescreen-Verfahren, bei dem die Protagonisten im Vordergrund agieren und die grüne respektive blaue Farbfläche im Studio später durch das Matte Painting ersetzt wird. Auch der Einsatz von 3D-Computergrafiken ist keine Seltenheit. In Compositing-Programmen werden die verschiedenen Ebenen aus gemaltem Hintergrund, Partikeleffekte (Rauch, Dunst, etc.) sowie der eigentlichen Filmaufnahme zusammengefügt und in ihren Farbstimmungen, Sättigungen und sonstigen Attributen abgestimmt." <sup>4</sup>

Matte Paintings werden meist als Hintergrund einer Szene eingesetzt. Es handelt sich dabei um zusammengesetzte, digitalbearbeitete Bilder, beziehungsweise Fotografien, welche für die Szene angepasst wurden. Ein gutes Beispiel für Matte Painting ist der Film *300*, der hauptsächlich im Studio vor einem grünen Hintergrund gedreht wurde, Kulissen wurden erst nachträglich und digital in der Post Produktion eingefügt. Weitere bekannte Filmbeispiele sind: *Star Wars*, *Avatar*, *Der Herr der Ringe* und *Fluch der Karibik*, um nur einige zu nennen.

---

<sup>3</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Matte\\_Painting](http://de.wikipedia.org/wiki/Matte_Painting)

<sup>4</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Matte\\_Painting](http://de.wikipedia.org/wiki/Matte_Painting)

## 1.2 Programme

"Bei Compositing-Programmen wird grundsätzlich zwischen sogenannten »Node-based«- und »Layer-based«-Programmen unterschieden. Diese Abgrenzung erfolgt über den Aufbau des GUI (Graphical User Interface) beziehungsweise die Oberfläche des Programms. Bei den Layer-basierenden Programmen werden die verschiedenen Anwendungen bzw. Operatoren/Filter auf die einzelnen Ebenen angewendet, die wiederum in einer Timeline angeordnet werden. Um die einzelnen Anwendungen anzusehen, muss die betreffende Ebene aufgeklappt werden. Node-basierende Programme operieren mit einem Flussdiagramm, das die Grundlage aller Anwendungen bildet, und in das die Ebenen eingeladen werden können. Das Flussdiagramm zeigt die Reihenfolge der verschiedenen Operatoren als Nodes (Ikon meist mit Vorschaubild), so dass diese jederzeit betrachtet und bearbeitet werden können. Ein typisches Beispiel für ein Layer-basierendes Compositing-Programm wäre beispielsweise Adobe After Effects, Beispiele für Node-basierende Programme wären Apple's Shake, Digital Fusion und The Foundry's Nuke. "Mittlerweile bieten jedoch fast alle Compositing-Programme Flussdiagramme an, so dass die Grenze zunehmend verwischt. Allerdings sind nicht alle Flussdiagramme gleichermaßen effizient einsetzbar." <sup>5</sup>

## 2. The Foundry

The Foundry wurde im Jahre 1996 gegründet und gilt als ein führender Anbieter von Technologien für die Herstellung von visuellen Effekten und Compositing im Bereich Film und Video-Postproduktion. Das Unternehmen wird von Bill Collis (CEO) und einem Management-Team geleitet. Das britische Unternehmen mit Sitz in London und Los Angeles beschäftigt derzeit (Stand: 2011) 110 Mitarbeiter.

Neben Nuke entwickelt der Konzern noch weitere Applikationen für die Post-Produktion. Beispielsweise das Plugin Paket *FURNANCE* für Drittprogramme, wie *Adobe After Effects*, *Autodesk® Media and Entertainment Systems*, *Avid DS* und *Apple's Final Cut Pro*. *FURNANCE* enthält nützliche Werkzeuge um das Bild zu optimieren und vor allem zu reparieren. Beispielsweise entfernt *F\_DeGrain* ungewollte

---

<sup>5</sup> Das montierte Bild: Digitales Compositing für Film und Fernsehen von Juliane Dummier; S.18

Körnung und *F\_DeNoise* ungewolltes Rauschen. *F\_Steadiness* stabilisiert ein verwackeltes Bild automatisch.

Des Weiteren bietet *The Foundry* ihren 3D-Tracker und Matchmover *CameraTracker* aus NukeX als Plugin für *Adobe® After Effects®* an.

Weiterhin findet man MARI in der Produktpalette des Unternehmens. Dies ist ein Texturierungs Programm für 3D-Objekte, mit dem schon Charaktere aus *District 9* und *Avatar* bemalt wurden.

## 2.1 Nuke(X)

Nuke ist ein Node-Basierendes Compositing Programm. "Das Programm bietet Werkzeuge zur vollständigen Manipulation von bewegten Bildern. Diese sind zum Beispiel Farbkorrekturen, Keying, das Erstellen und Animieren von Masken und Effekten, Bildtransformationen im dreidimensionalen Raum, das Kombinieren und Manipulieren einzelner Kanäle in Bilddateien, das Kombinieren mehrerer Bilder/Animationen oder Typo-Animationen." <sup>6</sup>

Die Benutzeroberfläche von Nuke ist sehr übersichtlich und schlicht gehalten. Der Benutzer kann alle Fenster verschieben und das Layout speichern. Die wichtigsten Fenster sind *Viewer*, *Timeline*, *Node Graph* und *Properties*. Im Fenster *Viewer* wird das Bild angezeigt, mit welchem die *Viewer-Node* verbunden ist. Die Anzeige kann beliebig verändert werden, in dem die *Viewer-Node* mit einer anderen Node im Projekt verbunden wird. In der *Timeline* kann der Clip auf verschiedene Zeitpunkte gespult werden. Im *Node Graph* werden alle Nodes abgelegt und das Flussdiagramm erstellt. Im *Properties Panel* besteht die Möglichkeit, alle Eigenschaften einer Node einzustellen.

The Foundry bietet Nuke in zwei Varianten an – Nuke und NukeX. NukeX enthält zusätzlich Features, beispielsweise einen 3D Camera Tracker, *Depth Generator*, *Lens Distortion* Correction Werkzeuge und *FurnanceCore*. Bei der Standard Version sind diese Plugins nicht verfügbar.

---

<sup>6</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Nuke\\_%28Programm%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Nuke_%28Programm%29)

## 2.1.1 Die Nodes

Nuke bietet eine Vielzahl von verschiedenen Nodes an, welche beliebig kombiniert und angewendet werden können. Grundsätzlich kann man die Nodes in folgende Gruppen unterteilen:

- READ Nodes
- EFFECT Nodes
- MERGE Nodes

**READ-Nodes** werden benötigt um Footage zu importieren. Nuke ist in der Lage, nahezu alle Medien-Formate lesen zu können. Standard-Formate wie, Tiff, Jpeg oder Quicktime Movie, aber auch besondere, wie zum Beispiel PSD – also Photoshop Dateien sind möglich. Zusätzlich können aus diesem Format die einzelnen Photoshop Ebenen und Alpha Kanäle ausgewählt werden.

**Effect-Nodes** sind Filter, welche man zur Manipulation von Bildinhalten benötigt.

Es gibt Weichzeichner-Filter wie *Blur*, *Soften* und *Defocus*, wobei *Defocus* eine richtige Kameraunschärfe simuliert, während *Blur* und *Soften* nur das Bild weichzeichnen.

Eine weitere wichtige Node ist die *Rotopaint* Node, mit welcher Masken gezeichnet und animiert werden (Rotoscoping) kann. Des Weiteren beinhaltet diese Node ein Stempelwerkzeug, mit dem Bildpartien geklont werden können. Verschiedene Pinselwerkzeuge sind ebenfalls enthalten, die mit den Werkzeugen aus Photoshop vergleichbar sind.

Keying (s. 4.), Tracking (s. 3.) und Farbkorrektur (s. 5.) gehören ebenso zu diesen Effect-Nodes.



## MERGE-Node

Im Programm Nuke heißt das Übereinanderlegen von verschiedenen Bildern *merge*. Dafür gibt es eine sogenannte Merge-Node. Diese verfügt über zwei Eingänge: A und B. Eingang A liegt über Eingang B. Mittels Operationen kann festgelegt werden, wie sich A über B verhalten soll. Wichtige Operatoren sind:

- *Minus* (Farb- und Helligkeitswerte von A werden von B abgezogen)
- *Multiply* (Farb- und Helligkeitswerte von A werden auf B multipliziert)
- *Plus* (Farb und Helligkeitswerte von A werden auf B addiert)
- *Over* (Farb und Helligkeitswerte von A werden auf B gelegt).

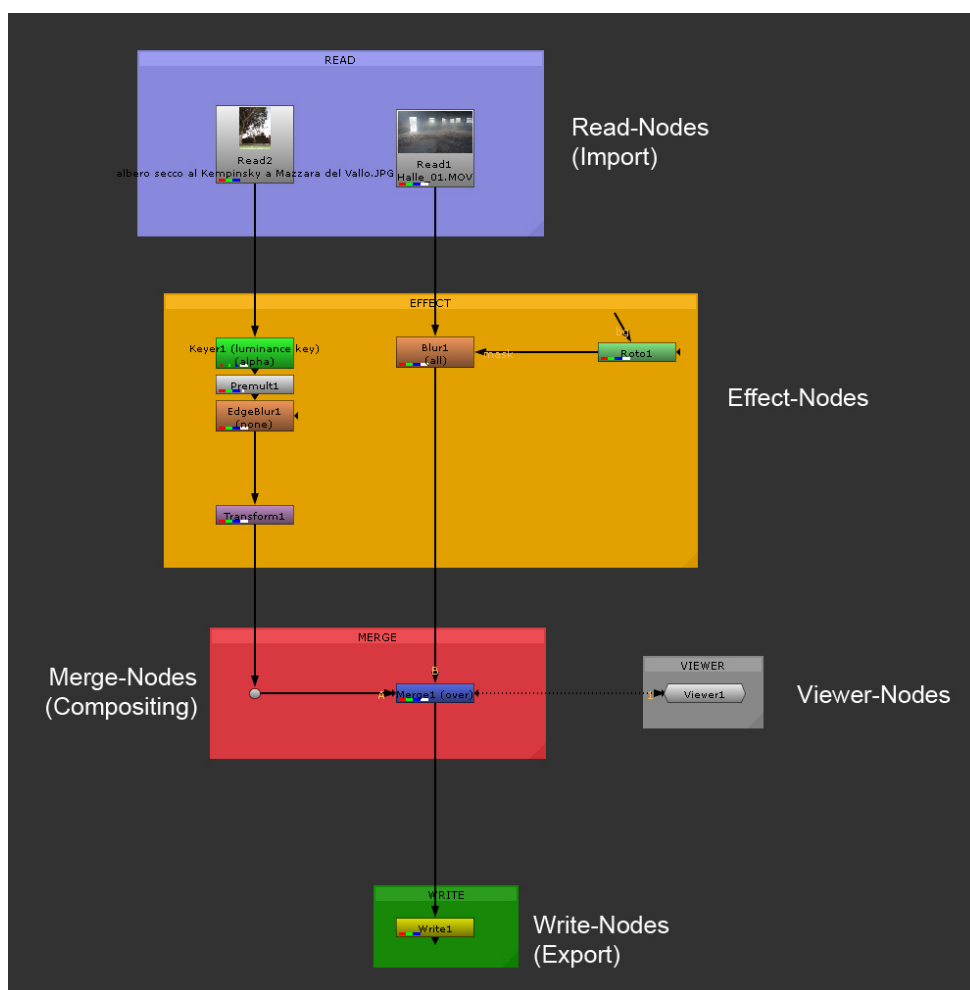


Abbildung 1: Beispiel eines Node-Baumes in NukeX

## 3. Tracking

### 3.1 Definition

"Bewegungsmessung bzw. Motion Tracking ist eine Animationstechnik, bei der aus zumeist real gefilmtem Bildmaterial die Bewegung eines Objektes oder der Kamera ausgelesen wird. Man erhält für frei markierbare Bildpunkte die Bewegungskordinaten, die man dann für andere Funktionen nutzen kann. Im einfachsten Fall lässt sich das Wackeln der Kamera ausgleichen, in anspruchsvolleren Fällen können Objekte aus dem Realbild und deren Bewegung durch CGI-generierte Objekte ersetzt werden. Das Motion-Tracking-Verfahren liefert dafür automatisch die Bewegungsdaten, die man sonst mühsam mit der Hand nachanimieren müsste." <sup>7</sup>

### 3.2 Punktracking

"Nuke enthält einen 2D Tracker der erlaubt, Animations- beziehungsweise Bewegungsdaten der Position, Größe und Rotation eines Bildes zu entnehmen. Über *Expressions* können die erhaltenen Daten auf andere Elemente übertragen werden. Um ein verwackeltes Bild zu stabilisieren, können auch die erhaltenen Bewegungsdaten umgekehrt und auf das selbe Bild angewendet werden.

Der übliche Weg um ein Bild zu tracken ist folgender:

1. Eine Tracker-Node wird mit einem Clip, der getrackt werden soll, verbunden
2. Die Fixpunkte (=Trackermittelpunkt) werden auf die Stellen im Bild, deren Bewegung verfolgt werden soll, gesetzt
3. Trackingdaten werden ermittelt
4. Die zu verwendende Operation wird ausgewählt
  - *stabilize* (stabilisieren)
  - *matchmove* (Bewegungsverfolgung)

---

<sup>7</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewegungsmessung>

Vor dem Tracken ist es sehr wichtig, dass die Bildsequenz ein paar Mal geprüft wird, weil so die besten Trackingpunkte erkannt werden können. Kontrastreiche Punkte beispielsweise, bieten sich gut zum Tracken an. Falls keine, beziehungsweise nur schwache Kontrastpunkte erkennbar sind, ist es möglich, das Bild vorher mittels einer Farbkorrektur so zu verändern, dass der Kontrast erhöht wird.

Nuke's Punktracker kann die Bewegung auf bis zu vier Punkte in einem Bild gleichzeitig analysieren. Für gewöhnlich ist ein einziger Trackingpunkt ausreichend um etwas zu tracken, was sich horizontal und/oder vertikal auf einer Tiefenebene (2D) bewegt. Zwei oder mehr Trackingpunkte sind notwendig, um Skalierungs- und Rotationswerte zu entnehmen.

Visuell besteht der Punktracker aus drei Elementen, welche Parameter sind, die eingestellt werden können, um den Track zu verändern- beziehungsweise zu verbessern.

1. *anchor*
2. *pattern area*
3. *search area*

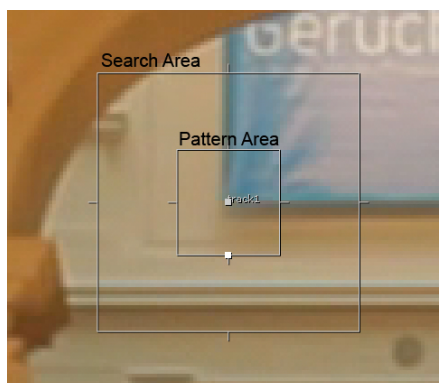


Abbildung 2: Punktracker aus NukeX

*Search area* und *pattern area* bewegen sich gleichermaßen mit dem *anchor*. *Pattern area* umfasst ein Raster von Pixeln, welchem der Tracker versucht zu folgen. Der Rahmen der *pattern area* sollte den zu trackenden Punkt immer umschließen und nie außerhalb des Bildes gesetzt werden, beziehungsweise sollte nie von der Bildkante abgeschnitten werden. Die *search area* definiert einen Bereich in dem der Tracker nach der *pattern area* schaut. Das heißt, die *pattern area* darf sich nie aus der *search area* hinausbewegen. Bei schnellen Bewegungen sollte dementsprechend die *search*

*area* vergrößert werden, was das Tracken allerdings deutlich verlangsamt. Ein guter Track wird nur erreicht, wenn die Position und Größe der *search-* und *pattern area* dem zu trackenden Bild anpasst werden. Schließlich sollte die *search area* immer größer sein als die *pattern area*.<sup>8</sup>

### 3.3 Planartracking

Ein Planartracker trackt keine Punkte wie bei einem 2D Tracker, sondern eine Fläche. Der große Vorteil liegt darin, dass das zu trackende Objekt aus dem Bild gehen-, zum Teil verdeckt und körnig sein kann.

#### **Was versteht man unter einer Plane?**

"Eine Plane ist eine Fläche mit nur zwei Dimensionen (X,Y), wie ein Verkehrsschild, eine Wand, ein Fernsehbildschirm oder der Fußboden. Eine Plane ist ein Raster aus Pixeln, welche sich alle in die gleiche Richtung bewegen"<sup>9</sup>

Ein bekannter Planartracker ist *Mocha* aus dem Hause *imagineer systems*.

Um ein Objekt mit Mocha zu tracken, muss zunächst die Bildsequenz in diesem Programm geöffnet und interpretiert werden. Es ist sehr wichtig, dass *Framerate* (FPS), *Pixelseitenverhältnis* sowie *Field*-Optionen in Mocha korrekt eingestellt werden, sonst könnte es beim Importieren in Nuke zu einem Zeitversatz oder zu falschen Trackingpunktkoordinaten kommen. Danach kann eine Maske um, beziehungsweise auf das zu trackende Objekt gezeichnet werden. In Mocha können zwei Arten von Masken zum Tracken verwendet werden: *X-spline* und *Bezier-spline*. Obwohl *Bezier-splines* sehr vielseitig und der Standard bei Maskenerstellung sind, werden in der Regel immer *X-splines* benutzt, um Objekte zu tracken, da diese besonders bei perspektivischen Bewegungen besser arbeiten.

<sup>8</sup> vgl. *NukeUserGuide\_6.3v1.pdf*; S.248

<sup>9</sup> vgl. <http://www.imagineersystems.com/what-is-planar-tracking>

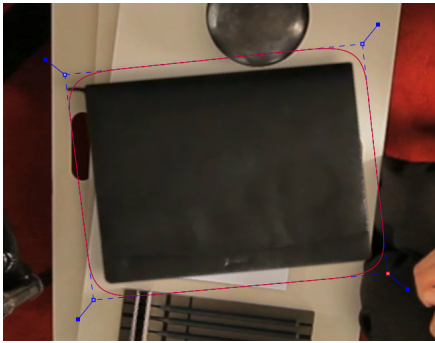


Abbildung 3: X-Spline aus Imagineer Systems Mocha

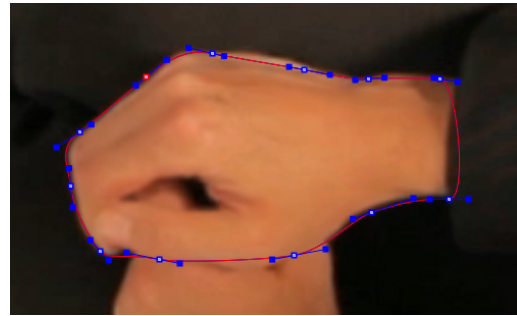


Abbildung 4: Bezier-Spline aus Imagineer Systems Mocha

Der Austausch mit Nuke ist sehr bequem gestaltet. Nach einem erfolgreichen Track in *Mocha*, können die Bewegungsdaten exportiert werden. Für Nuke werden vier ASCII (\*.txt) Dateien exportiert, welche die Bewegungsdaten enthalten. In Nuke können diese in den Punkttracker als Expression importiert werden.

In der aktuellen Version (Stand: August 2011) ist bereits ein Planartracker in Nuke enthalten, sodass das Compositingprogramm nicht verlassen werden muss, um eine Fläche tracken zu können.

### 3.4 3D-Tracking (Matchmoving)

3D-Tracking, beziehungsweise Matchmoving erlaubt es, eine virtuelle Kamera zu erstellen, welche der Bewegung der physikalischen Kamera gleichkommt. Mit dieser Technik kann in einem 2D Bild ein virtuelles 3D-Objekt (z.B. aus einem 3D-Programm wie *Autodesk's Maya* oder *Maxons Cinema 4D*) integriert werden.

Bekannte Vertreter von Matchmoving-Software sind:

- *boujou (2d3)*
- *MatchMover™ (Autodesk®)*
- *PFTTrack™ (The Pixel Farm®)*
- *CameraTracker (The Foundrys)*

Ein 3D-Tracker analysiert das zu trackende Bild nach guten Kontrastpunkten, welche anschließend getrackt werden können. Aus dem resultierenden Track, wird eine PointCloud erstellt. Diese besteht aus Punkten im dreidimensionalen Raum, welche die Geometrie eines oder mehrerer physikalischer Objekte beschreibt. Objekte, die in einem Bild mit Kamerabewegung integriert werden sollen, können nun mit jedem beliebigen Punkt im dreidimensionalen Raum verbunden werden.

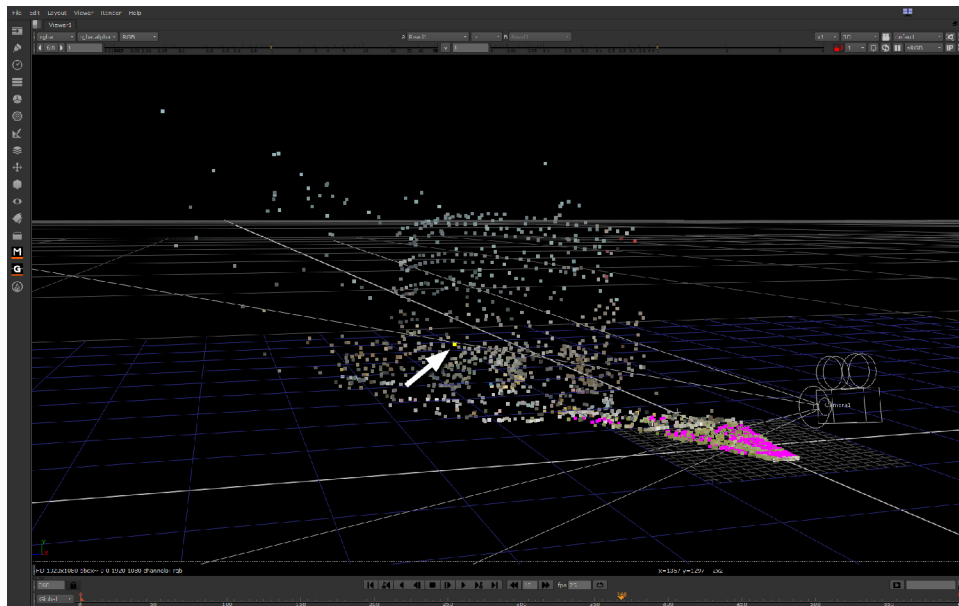


Abbildung 5: NukeX 3DView einer PointCloud erstellt durch den CameraTracker; Markierter Punkt definiert Punkt in Abbildung 6

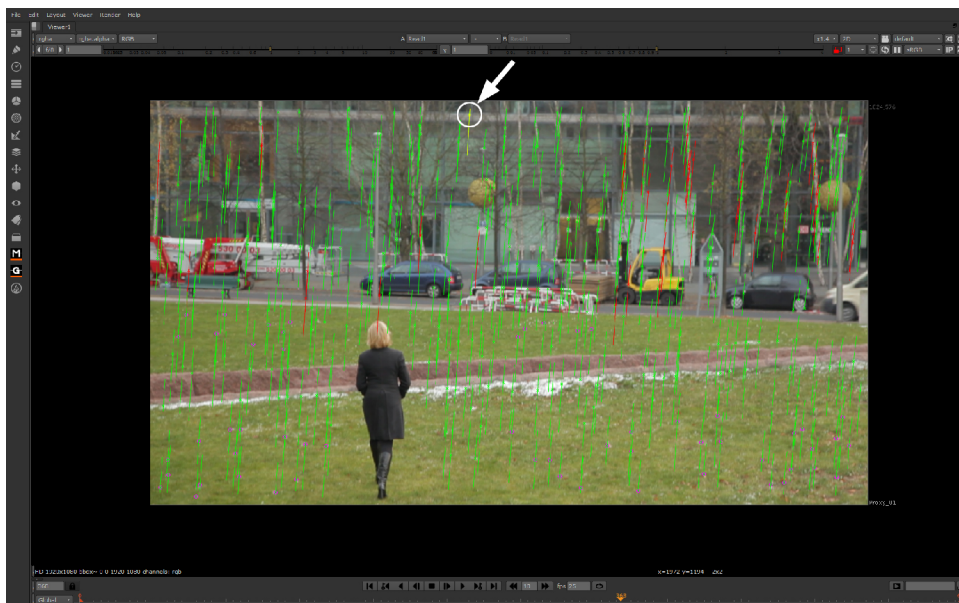


Abbildung 6: NukeX 2D View einer PointCloud erstellt durch den CameraTracker; Markierter Punkt definiert Punkt in Abbildung 5

Nicht immer wird Matchmoving benutzt, um ein 3D-Objekt in das Bild zu integrieren. Selbst wenn nur ein 2D-Bild integriert werden soll, ist es von Vorteil, bei komplexen Kamerabewegungen 3D-Tracking anzuwenden. Weil immer mehrere Punkte (150+) im Bild getrackt werden, kann danach eine Art Mittelwert von mehreren markierten Punkten ermittelt werden. Dieser kann mit der *Reconcile3D*-Node in einen 2D-Trackingpunkt konvertiert werden. Das heisst, ein 3D-Punkt (X Y Z) wird zu einem 2D-Track (X Y), an dem 2D-Objekte verbunden werden können. Ein weiterer Vorteil von 3D Tracking ist, dass wenn ein zu trackender Punkt aufgrund einer Kamerabewegung aus dem Bild geht, dieser bis zuletzt korrekt getrackt werden kann.

Der *CameraTracker* von Nuke kann auch benutzt werden, um Tiefenwerte zu gewinnen. Das *DepthGenerator*-Node wird mit der von der *CameraTracker* erzeugten Kamera verbunden. Der *DepthGenerator* benutzt die Kamerabewegung und die Bewegung im Bild um Tiefe zu erzeugen. Mit den ermittelten Werten, kann beispielsweise eine Tiefenunschärfe mit der *ZBlur*-Node generiert werden. Dank des integrierten 3D-Tracker *CameraTracker* muss man Nuke nicht verlassen, um ein Matchmove auszuführen, dies spart viel Zeit.

## 4. Keying

"Keying beschreibt das Freistellen von Bildelementen vom Hintergrund (meist auf Basis einer Schlüsselfarbe, daher keying). Dabei wird eine Maske (Alphakanal) erstellt, die für jeden Bildbereich oder Pixel eine Transparenz definiert. Keying ist damit eine wichtige Technik der Visuellen Effekte, um Bild-Kompositionen (Compositing) zu erzeugen." <sup>10</sup>

Freistellen bedeutet Ausschneiden. Gegenstände oder Personen werden aus dem Bild ausgeschnitten, um Transparenz zu erhalten. Dies ist unabdingbar, wenn Bilder sauber übereinander gelegt werden sollen.

---

<sup>10</sup> vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Keying>



## 4.1 Primatte Keyer

In Nuke gibt es verschiedene Keyer für verschiedene Anwendungsbereiche. Einer der leistungsstärksten ist *Primatte* vom Unternehmen *Imagica*. Er eignet sich besonders für Green- und Bluescreens, jedoch werden auch andere unübliche Farben unterstützt. Mit der Option *Select BG Color* wird die Farbe des Hintergrunds ausgewählt, welche entfernt werden soll. Danach ist der Alphakanal zu betrachten, bei dem zu sehen ist, wie genau der Keyer gearbeitet hat. Um eine saubere *Matte* zu erhalten wird das Rauschen im Vorder- und Hintergrund mit den Funktionen *Clean BG Noise* und *Clean FG Noise* entfernt.

## 4.2 Luminanz Keyer

Ein weiterer wichtiger und einfach zu bedienender Keyer ist der Luminanzkeyer, welcher in der *Keyer Node* ausgewählt werden kann. Ein Luminanzkeyer erstellt einen Alphakanal anhand der Helligkeitswerte eines Bildes. Mittels eines Reglers mit einem Auswahlbereich wird festgelegt, welcher Helligkeitswert mit welcher Toleranz davon freigestellt werden soll. Neben dem Luminanzkeyer befinden sich noch weitere Operatoren im Eigenschaftfenster des *Keyers*: *red keyer*, *green keyer*, *blue keyer*, *redscreen*, *greenscreen*, *bluescreen*, *saturation key*, *max keyer* und *min keyer*.



Abbildung 7: Beispiel für Luminanzkeying: Footage

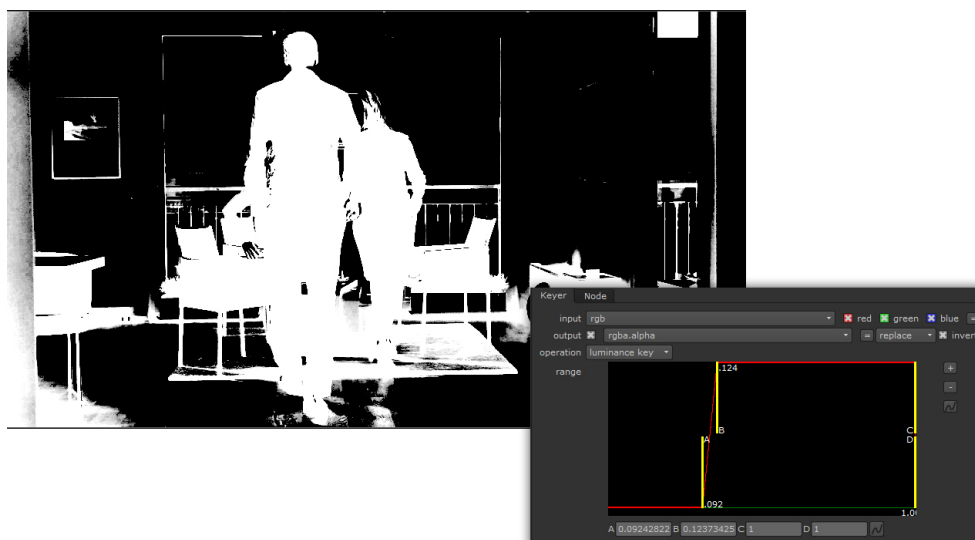


Abbildung 8: Beispiel für Luminanzkeying: Attribute Fenster der Keyer Node und Alpha Kanal des Bildes; -> schwarze Kleidung wird freigestellt

## 4.3 Keylight

*Keylight* ist ein preisgekrönter, bewährter Blue- und Greenscreen Keyer. *Keylight* ist einfach zu bedienen und eignet sich besonders gut zur Beseitigung von Spiegelungen sowie zur Erhaltung von halbtransparenten Bereichen und Haaren. Das Plug-in verfügt über eine Reihe von Werkzeugen wie *erode*, *soften* oder *despot*, welche zur Feinabstimmung des Freistellens dienlich sind. Außerdem ist eine separate Farbkorrektur enthalten, mit welcher man das freigestellte Bild dem neuen Hintergrund anpassen kann.

*Keylight* wurde von *The Foundry* übernommen und mit der Zeit stetig optimiert. Der ursprüngliche *Keylight*-Algorithmus wurde allerdings von der *Computer Film Company* (heute: *Framestore*) entwickelt. *Keylight* kam in einigen Filmen zum Einsatz. Beispiele sind: *Avatar*, *Alice im Wunderland*, 2012 und *Sherlock Holmes*. Die Software wird bei einigen Compositingprogrammen mitgeliefert, wie zum Beispiel *After Effects*, *Shake* und *Nuke*.

## 5. Farbkorrektur

Gutgemachtes Compositing zeichnet sich dadurch aus, dass es im Endergebnis nicht sichtbar ist. Um das zu erreichen, müssen die Farben aller Fremdobjekte, welche in das Bild gebracht werden, korrigiert werden, sodass ein nahtloser Übergang zwischen Originalaufnahme und hinzugefügten Objekten besteht. Fügt der Compositing Artist ein Fremdobjekt dem Bild hinzu, wird dieses zunächst der nicht-farbkorrigierten Fassung des Bildes angepasst, sodass bei dem finalen *Grading*, durchgeführt von einem Coloristen, nur noch das komplette Bild angepasst werden muss.

Nuke beinhaltet mehrere Werkzeuge zur Farbanpassung.

### 5.1 Grade

Mit der Node *Grade* lassen sich Schwarz- und Weißtöne jeweils von Höhen, Mitten und Tiefen ändern. Dies ist nützlich, wenn bestimmte Helligkeitswerte eingefärbt oder kontrastiert werden sollen.

### 5.1 ColorCorrect

Die *ColorCorrect* Node ist besonders praktisch für eine schnelle Anpassung von *Kontrast*, *Gamma*, *Gain* und *Offset*. Dies ermöglichen Schieberegler, welche für Schatten, Mitteltöne, Lichter und Master (gesamter Tonwertumfang) zur Verfügung stehen.

## 5.1 ColorLookup

In der *ColorLookup* Node steckt ein grafisches Werkzeug, mit welchem Farbkurven verändert werden können. All diese Veränderungen sind auch mit der *ColorCorrect* Node möglich. Der Benutzer kann entscheiden, ob er lieber mit Kurven (*ColorLookup*) oder mit Schiebereglern (*ColorCorrect*) arbeiten möchte.

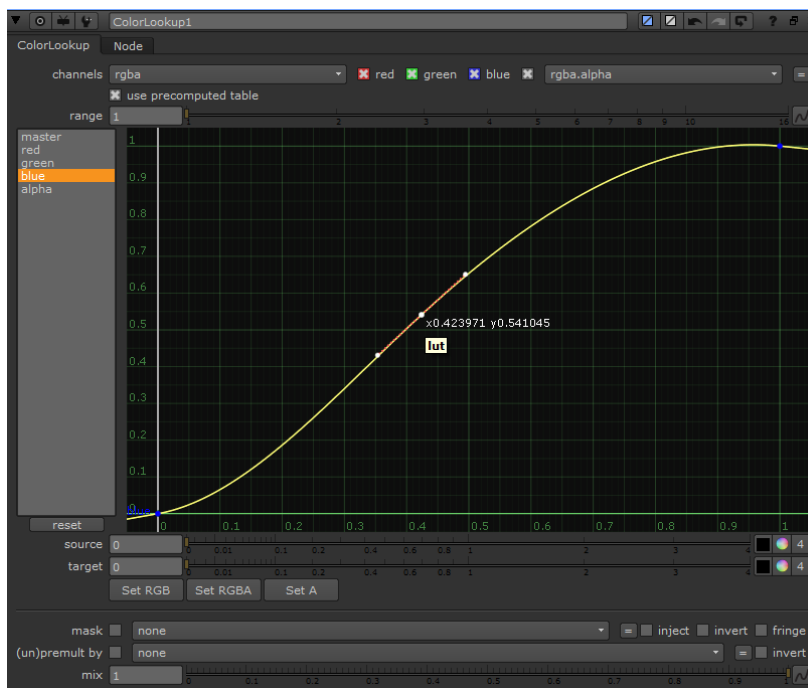


Abbildung 9: ColorLookup-Node im Property Panel von NukeX

## 6. 3D-Integration

Nuke bietet eine vollständige 3D-Umgebung, mit welcher komplexes 3D-Compositing betrieben werden kann. Im Programm gibt es Nodes, die speziell für diese Umgebung entwickelt wurden. Sogenannte *Primitives* (z.B. Würfel, Zylinder und Kugel) können direkt darin erstellt werden. Des Weiteren können Modelle aus anderen 3D-Programmen importiert werden, welche im Idealfall als *\*.OBJ (Wavefont)* bzw. *\*.FBX* Format vorliegen. Virtuelle Kameras und verschiedenartige Lichtquellen lassen sich ebenfalls integrieren. Um eine 3D-Szene rendern bzw. auspielen zu können, wird eine Node namens *ScanlineRender*, welche mit der 3D-Szene (*Scene-Node*) verbunden werden muss, benötigt.

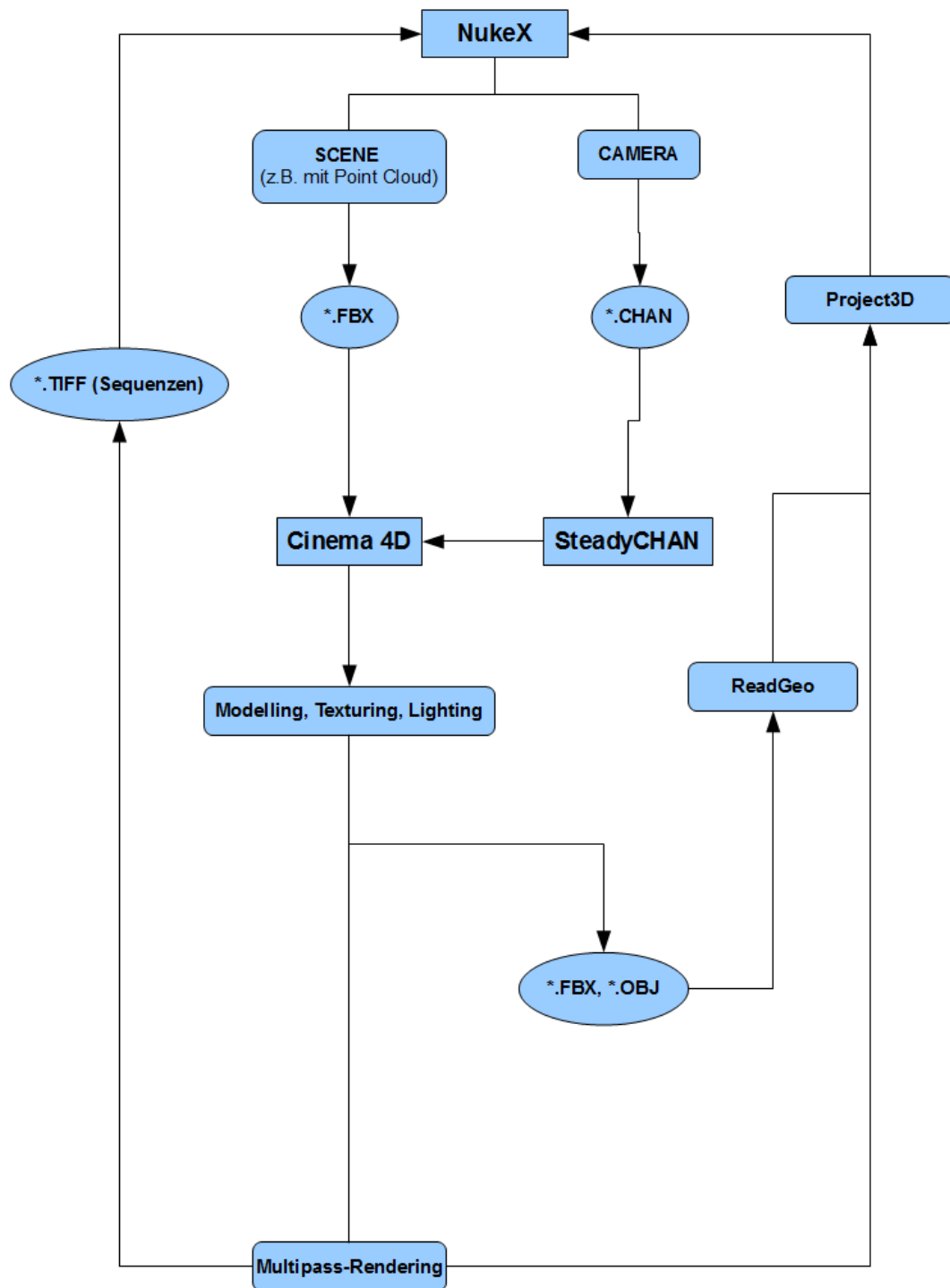


Abbildung 10: Workflow mit Cinema4D (zutreffend für "Halle\_02" im Punkt 7)

## 7. Bearbeitete Szenen aus dem Imagefilm *Management in Motion*

### Szene: "Buero\_02"

Der Schuss "Buero\_02" ist eine Innenaufnahme. Gezeigt wird, wie Frau von Tiedemann durch das Bild läuft, Kunden empfängt und sie sich zusammen hinsetzen. Bei dieser Aufnahme musste im Innenbereich keine Veränderung vorgenommen werden, hier konzentriert sich alles auf den Außenbereich, also die Hausdächer sowie die Lichtstimmung. Weil die Handlung des Filmes im Sommer spielt, soll im Bild der Schnee auf dem gegenüberliegenden Hausdach entfernt werden, sowie der Farbton des Himmels von Grau zu einem sommerlichen Orange geändert werden. Da die Protagonisten direkt vor den Fenstern agieren, mussten erstere zunächst freigestellt werden. Dazu wurde die Möglichkeit, Luminanzkeying und Rotoscoping zu kombinieren, benutzt. Aufgrund der dunklen Kleidung der Personen, hat der Luminanzkeyer schon einen Teil der Arbeit gemacht. Nur die helleren Partien, beispielsweise die blonden Haare der Hauptprotagonistin, mussten rotoskopiert werden. Eine Kombination aus *Luminanz-Keying* und *Rotoscoping* brachte ein sauberes Ergebnis. Nun konnten die freigestellten Personen über das fertig retuschierte Bild auf dem der Schnee entfernt und die Farbkorrektur durchgeführt wurde, gelegt werden. Um den Schnee zu entfernen, mussten mehrere Schritte über Fremdprogramme vorgenommen werden. Dazu wurde ein Standbild, auf dem die Dächer frei zu sehen sind, exportiert und in *Adobe Photoshop* geöffnet. Eine schneefreie Stelle der Dachziegel wurde freigestellt und vergrößert, bis die Fläche groß genug war, um den Schnee auch an anderen Stellen des Daches zu überdecken. Um die Lichtstimmung anzupassen, wurde außerhalb der Zimmers, im Außenbereich, eine Farbkorrektur vorgenommen, sowie über die Fenster ein *Glow*-Filter gelegt, welcher den Anschein verstärken soll, die Sonne würde tatsächlich scheinen. Um nicht andere Bildbereiche mit dem Glow-Effekt zu überstrahlen, wurden die Fenster jeweils einzeln maskiert. Da dieser Schuss im Schnitt nur halbtransparent über dem gleichen Schuss, dessen Einstellung zwar identisch mit Schuss 2, jedoch ohne die Personen aus Schuss 2, liegt, musste auf die Lichtstrahlen im linken Bildbereich verzichtet werden. Andernfalls wäre dieser Effekt zu stark geworden, da sich der Lichtstrahleneffekt verdoppelt hätte.

## Szene: "Ende"

Ähnlich wie bei "Buero\_02" sollte der Schnee beim finalen Schuss, der letzten Einstellung des Imagesfilms, entfernt und eine sommerliche Stimmung erzeugt werden. Eine Besonderheit bei dieser Einstellung war ein Kameraschwenk nach rechts mit einer gleichzeitigen Dollyfahrt nach hinten, was für die Bearbeitung bedeutete, dass der gesamte Schuss zunächst getrackt werden musste. Dazu konnte jedoch nicht mit einem einfachen Punkttracker gearbeitet werden, da die zu trackenden Bereiche über die Bildgrenzen reichten. Angewendet wurde der 3D-Tracker *CameraTracker*, mit dem alle Masken und Dächer dem Schwenk angepasst werden konnten, weil der Matchmover alle Bildbereiche analysiert. Zusätzlich wurde eine Schärfenverlagerung integriert und die sommerliche Stimmung wurde auch hier mit Glow und Lichtstrahlen erzeugt.



Abbildung 11: "Ende"; Frame: 0000; vorher



Abbildung 12: "Ende"; Frame: 0000; nachher

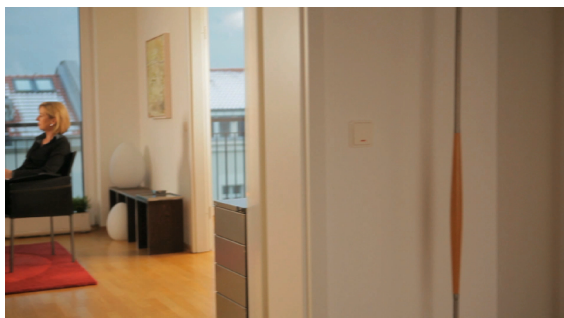


Abbildung 13: "Ende"; Frame: 0275; vorher

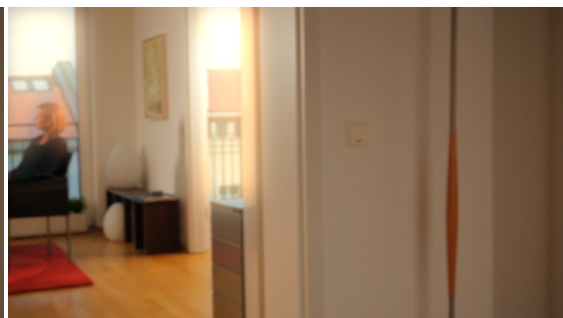


Abbildung 14: "Ende"; Frame: 0275; nachher

## Szene: "Halle\_01"

Der Schuss "Halle\_01" beginnt mit einer Kranfahrt von einem kaputten Dach einer alten Lagerhalle hinein in diese. Währenddessen geht Frau von Tiedemann hinein. Auf den abgebrochenen Dachsparren lag Schnee, der in Nuke mittels *Matchmoving* getrackt und durch Moos ersetzt wurde. Unter dem Moos wurde zusätzlich eine Holztextur eingefügt, um dieses besser eingliedern zu können. Holz- und Moostexturen sind Fotografien aus dem Internet.



Abbildung 15: "Halle\_01"; Frame: 0115; vorher



Abbildung 16: "Halle\_01"; Frame: 0115; nachher



Abbildung 17: "Halle\_01"; Frame: 0224; vorher



Abbildung 18: "Halle\_01"; Frame: 0224; nachher



## Szene: "Halle\_02"

Frau von Tiedemann befindet sich in einer ruinösen Lagerhalle, in der sie sich sichtlich befremdlich fühlt, unsicher schaut sie sich dort um. Hinter ein paar morschen Holzpaletten fliegen zwei Tauben in die Luft, Frau von Tiedemann beobachtet ihren Flug. Kameratechnisch war dieser Schuss nicht besonders aufwändig, neben einem Schwenk, fand eine dezente Dollyfahrt nach links statt. Anstelle der Paletten im endgültigen Bild, stand am Drehort ein Taubenzüchter hinter Greenscreen. Im vorgegebenen Moment der Regieanweisung, sollte der Züchter die Tauben in die Luft fliegen lassen. Die Aufgabe bestand nun darin, zunächst einen oder mehrere Gegenstände zu wählen, die sich optisch gut der Lagerhalle anpassen und nächstens, diese mit Cinema 4D zu erstellen und damit den Greenscreen zu ersetzen. Die Wahl fiel auf einen Stapel alter, abgelegter Paletten. Aufgrund der erwähnten Kamerabewegung in diesem Schuss, lies sich allerdings der Screen nicht durch eine 2D-Fotografie, also ein flaches Bild, ersetzen, sondern ein 3D-Objekt musste ins Bild integriert werden.

Auf diversen Internetseiten wie zum Beispiel <http://archive3d.net/> finden sich einige vorgefertigte Modelle von verschiedenen Gegenständen, unter anderem auch Palettenstapel, zum kostenlosen Download.

Um die Paletten der Kamerabewegung anzupassen, musste auch in dieser Szene eine virtuelle Kamera mittels dem *CameraTracker* erstellt werden.

Aus der daraus resultierenden Point Cloud mit davor definierter Groundplane, konnte die gesamte Szene als FBX – Datei exportiert werden.

Der Workflow mit dem verwendeten Programm Cinema 4D gestaltete sich schwieriger als gedacht, da dieses kein Programm ist, welches für den Austausch mit Nuke besonders empfehlenswert wäre.

Doch auch hier gab es eine Lösung: das Plugin *Steady CHAN* für Cinema 4D.

In Nuke kann die Kamerabewegung separat in eine *CHAN*-Datei exportiert werden. Diese wiederum kann nun auch mit Cinema 4D geöffnet werden, da das Plugin installiert wurde. Mit dieser Kamerabewegung, der *Pointcloud* und dem Videomaterial im Hintergrund, war es möglich, trotz der Kamerabewegung, beliebige 3D Objekte an beliebigen Punkten im Bild zu platzieren.

Drei ausgewählte, künstliche Lichtquellen wurden da eingesetzt, wo natürliches Licht auch in der Lagerhalle schon vorhanden war. So entstand auch nachträglich eine zwar künstliche, jedoch realistische Beleuchtung.

Um beim Compositing in Nuke flexibler arbeiten zu können, war es nötig, den Clip in mehreren *Passes (Bildsequenzen)* zu exportieren. Dies nennt man *Multi-Pass-Rendering*.

"Mit Multi-Pass ist gemeint, dass nicht nur das eigentliche Bild gerendert wird, sondern zusätzlich einzelne Effekte in eigenen Bitmaps gespeichert werden. Beispielsweise Ambient-Occlusion, Alpha, Specular (Glanzlicht) oder Diffuse (Farbe)."

11

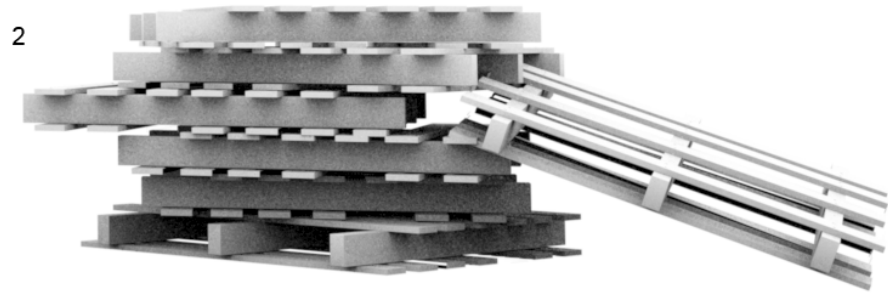


Abbildung 19: 1. Color-Pass; 2. Ambient-Occlusion-Pass; 3. Shadow-Pass

Wenn diese Passes in Nuke importiert, miteinander kombiniert und auf den ursprünglichen Clip gesetzt werden, wird der Effekt erzeugt, die Paletten seien real im Bild und wurden nicht als künstliches Element hinzugefügt.

Um diesen Effekt nochmals zu verstärken, wurden zusätzlich ein Unschärfe-, Körnungs- sowie ein *JPEG-Damage-Filter* angewendet. Des Weiteren wurde der untere Teil des Palettenstapels maskiert, um die Paletten optisch noch besser zwischen Bauschutt, Boden und Geröll zu integrieren.



Abbildung 20: "Halle\_02"; Frame: 0172; vorher



Abbildung 21: "Halle\_02"; Frame: 0172; nachher



Abbildung 22: "Halle\_02"; Frame: 0291; vorher



Abbildung 23: "Halle\_02"; Frame: 0291; nachher

## Szene: "Museum\_01" und "Museum\_02"

Ein Kameraschwenk nach oben zeigt das Innere des Museums.

Um mögliche Ablenkungen, hier in Form eines blauen Plakates an der Wand in der Bildmitte, zu vermeiden, wurde eine Farbfläche mit der Farbe der Wand erstellt und mittels Punkttracker über das Plakat gelegt. Da der digital erzeugten Farbfläche ein natürliches Kamerarauschen fehlte, musste ihr ein künstliches Rauschen zugefügt werden.

Auch hier wurden Lichtstrahlen aus dem Deckenbereich eingesetzt, welche mit dem 3D-Tracker *CameraTracker* an die Bewegung und Perspektive angepasst wurden.

Die Lichtstrahlen wurden mit der *dVolumic*-Node, einer Fremdnode, welche nachinstalliert wurde, erzeugt. Diese Lichtstrahlen wurden auf eine 3D-Card projiziert und in den Raum gesetzt.

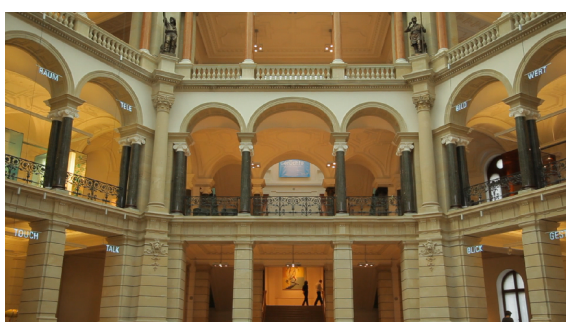


Abbildung 24: "Museum\_01"; Frame: 0226; vorher



Abbildung 25: "Museum\_01"; Frame: 0226; nachher



Abbildung 26: "Museum\_02"; Frame: 0187; vorher



Abbildung 27: "Museum\_02"; Frame: 0187; nachher

## Szene: "Tauben"

Bei diesem Schuss durch ein kaputtes Dach in den Himmel, ist eine Taube zu sehen, die nach rechts durch das Bild fliegt. Auch hier sollte eine sommerliche Stimmung erzeugt werden. Der Schuss wurde mit dem *CameraTracker* getrackt. Eigentlich ist bei einem Schuss dieser Art kein 3D-Tracker notwendig, da der Schwenk nur sehr kurz ist und keine richtige Tiefe erkennbar ist. Aufgrund der hohen Geschwindigkeit und der daraus resultierenden Bewegungsunschärfe ist die Fehlerquote bei einem Punkttracker aber sehr hoch. Daher war es dennoch besser, den *CameraTracker* einzusetzen.

Die daraus entstandenen Trackingkoordinaten wurden mit der *Reconcile3D*-Node in einen 2D-Track übersetzt. Der Baum wurde diesem Track zugewiesen, dem Bild entsprechend farbkorrigiert, angepasst und eingefügt. Zusätzlich mussten die Dachlatten auf der linken Seite freigestellt und vor den Baum gesetzt werden. Die Sonne wurde mit einem Plugin namens *VolumeRays* erschaffen, womit eigentlich Lichtstrahlen erzeugt werden. Werden jedoch die Parameter *Gamma* und *Gain* erhöht und *Radial Falloff* (also eine Art kreisförmige Begrenzung) aktiviert, dann entsteht eine runde Lichtquelle, die in diesem Fall die Sonne darstellt. Ein leichter LensFlare (Linsenlichtflecke, bzw. Blendenflecke) Effekt verstärkt das Ganze.



Abbildung 28: "Tauben"; Frame: 0032; vorher



Abbildung 29: "Tauben"; Frame: 0032; nachher



## Szene: "Gruen\_02"

Bei diesem Schuss ist zu sehen, wie Frau von Tiedemann über eine große Wiese in die Stadt läuft. Aufgrund der Perspektive, des Schwenks und der Kranfahrt nach oben, war die Nachbearbeitung des Schusses "Gruen\_02" sehr aufwändig und komplex und erforderte einige technisch-raffinierte Anwendungen.

Um die verschiedenen Wiesen, Reflektionen und Retuschierungen einzufügen und dem bewegten Bild anzupassen, musste alles zunächst mit dem *CameraTracker* von Nuke getrackt werden. Alle Bäume, die Spiegelung der Häuserfronten im gegenüberliegenden Glasgebäude und die Wiesen sind Fotografien, welche als JPGs aus dem Internet geladen wurden. Ein Teil von ihnen wurde in *Photoshop* freigestellt. Danach wurden die Bilder im Tiff-Format mit integriertem Alpha Kanal exportiert und in Nuke als Footage importiert. Die integrierten Bildelemente wurden dem Clip mittels einer Farbkorrektur angepasst. Frau von Tiedemann musste im Vordergrund bleiben und wurde daher mit einem Luminanzkeyer und einer getrackten Maske (für die hellen Haare) freigestellt. Um eine räumliche Tiefe zu erzeugen, wurde auf der rechten Seite ein einzelner Baum platziert und mit Tiefenunschärfe versehen.

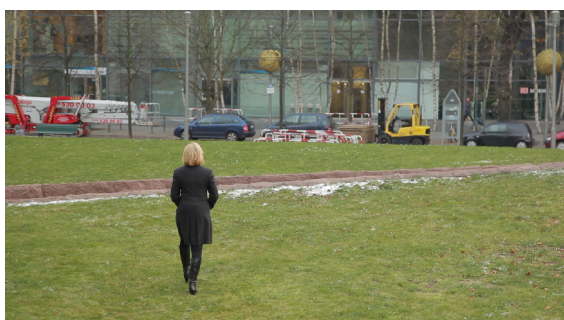


Abbildung 30: "Gruen\_02"; Frame: 0330; vorher



Abbildung 31: "Gruen\_02"; Frame: 0330; nachher



Abbildung 32: "Gruen\_02"; Frame: 0450; vorher



Abbildung 33: "Gruen\_02"; Frame: 0450; nachher

## Literaturverzeichnis und Weblinks

- <http://www.irisvontiedemann.de>
- *Motion Tracking und Compositing: Integration von freigestellten 2-D-Realfilmobjekten durch Motion Tracking in Aufnahmen mit bewegter Kamera* von Philipp Pflüger, Grin Verlag, 2008
- [http://de.wikipedia.org/wiki/Matte\\_Painting](http://de.wikipedia.org/wiki/Matte_Painting)
- Das montierte Bild: Digitales Compositing für Film und Fernsehen von Juliane Dummler, Uvk Verlag, 2010
- [http://de.wikipedia.org/wiki/Nuke\\_%28Programm%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Nuke_%28Programm%29)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewegungsmessung>
- *NukeUserGuide\_6.3v1*
- <http://www.imagineersystems.com/what-is-planar-tracking>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Keying>
- [http://www.der-webdesigner.net/tutorials/cinema\\_4d/grundlagen/316-multi-pass-rendering.html](http://www.der-webdesigner.net/tutorials/cinema_4d/grundlagen/316-multi-pass-rendering.html)



## Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

---

*Ort, Datum*                      *Vorname Nachname*